

## **Aplicaciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada como soporte a la enseñanza del Dibujo Técnico**

Yoselie Alvarado, Nicolás Jofré, María Rosas, Roberto Guerrero

Laboratorio de Computación Gráfica, Dpto de Informática  
FCFMyN, Universidad Nacional de San Luis  
San Luis, Argentina  
Ciudad, País  
{ymalvarado, npasinetti, mvrosas, rag}@unsl.edu.ar

**Resumen.** La popularización y expansión de Internet y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación han modificado la vida de las personas en diversos aspectos. La educación no se ha mantenido al margen de esta revolución tecnológica. En este sentido, la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) son alternativas prometedoras para dar soporte a la enseñanza. Estas tecnologías se proyectan en el campo de la educación superior como una tendencia que podría transformar significativamente las prácticas educativas. El presente trabajo reporta una implementación y uso de aplicaciones de RV y RA en un curso vinculado al dibujo técnico en la Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Las aplicaciones desarrolladas incorporan gráficos generados por computadora con el fin de facilitar la transmisión y comprensión de conceptos complejos mediante información visual. Los resultados preliminares muestran un aumento en la cantidad de alumnos que aprobaron los exámenes en primera instancia.

**Palabras Clave:** Computación Gráfica, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Dibujo Técnico, Educación Superior.

**Abstract.** Internet popularization and expansion and the New Information and Communication Technologies have changed people's life in several aspects. Education has not been kept apart from this technological revolution. In this sense, Virtual Reality (RV) and Augmented Reality (AR) are promising alternatives to support teaching. These technologies are trending in the field of higher education that could significantly transform educational practices. This work reports the implementation and use of RV and RA applications in a course related to technical drawing at the National University of San Luis (NUSL). Developed applications involve computer-generated graphics in order to facilitate the transference of skills and know-how of complex concepts through visual information. Preliminary results show an increase in the number of students who passed the exams in first instance.

**Keywords:** Computer Graphics, Virtual Reality, Augmented Reality, Technical Drawing, Higher Education.

## 1 Introducción

La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada existen como nuevas tecnologías desde los años ochenta y desde entonces se han mantenido en constante evolución, aunque siempre relacionadas con el mundo de los videojuegos y del entretenimiento. El renacimiento de los gadgets y su popularización ha permitido la migración de los mismos hacia otras aplicaciones como la educación, permitiendo integrar la tecnología en las aulas [1, 2].

Las realidades alternativas son mundos que se disfrutan a través de la RV y la RA, los cuales son creados desde cero, ya sea como mundos completamente ficticios o como una adaptación de entornos reales. Esto implica que, en esencia, se pueden crear infinitos mundos: las realidades alternativas ofrecen infinitas posibilidades [3, 4].

Los entornos de Realidad Virtual ofrecen un nuevo tipo de interacción multimodal en la cual las personas pueden sentir de diversas maneras el mundo virtual. Podría decirse que la RV es una técnica basada en gráficos por computadora, que involucra interacción hombre-máquina basada en tecnología multimedia y los sentidos del usuario. La RV alcanza a terrenos de amplia interdisciplinariedad. La RA por su parte es una tecnología que mezcla el mundo real con el mundo virtual. En ella se superponen diferentes capas de información al mundo físico ofreciendo una nueva experiencia de la realidad. Esta experiencia ofrece multitud de posibilidades de aplicación, ya que no solo se puede acceder a la información sino que se puede interactuar con ella [5, 6].

Por otro lado, es un hecho cada vez más evidente que las prácticas convencionales de enseñanza a menudo experimentan dificultades para mantener a los estudiantes motivados y comprometidos [7]. Debido a ello, en el ámbito educativo es cada vez más frecuente la incorporación de tecnologías que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje [8, 9].

Los videojuegos son muy exitosos en mantener durante horas altos niveles de motivación y compromiso a través de una serie de tareas, sin aparente pérdida de enfoque [10, 11]. La comunidad académica está interesada en explorar métodos que puedan generar una participación activa del estudiante, es por ello que ha mostrado un gran interés en adoptar realidades alternativas como un medio para aumentar la participación de los estudiantes y, a su vez, favorecer aprendizajes significativos [12].

La gran ventaja y beneficio que aporta la RV en educación es el ampliar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. No obstante, no se debe pasar por alto la importancia del hecho que los estudiantes estén en contacto con la realidad que les rodea [13]. La RA es una alternativa válida que permite conectar el mundo real con contenidos digitales. Esta característica permite al usuario reforzar el aprendizaje de los contenidos educativos mediante su asociación con el mundo real [14, 15].

Las realidades alternativas permiten salir del aula y aprender de lo que se ve. Se trata de un concepto diferente de aprendizaje basado en el descubrimiento. Del mismo modo son herramientas muy útiles en una clase ya que favorecen y profundizan la integración de los conceptos mediante la visualización de modelos 3D [16]. Una de las claves de su uso en educación es que abren un mundo de posibilidades sin siquiera moverse del escritorio [17].

La RV y la RA encajan a la perfección como herramientas de apoyo a la formación de profesionales, ya que posibilitan mejorar la enseñanza y los procesos de aprendizaje logrados en conjunto con los enfoques educativos tradicionales [18, 19]. De esta manera es posible una educación de calidad, una enseñanza y aprendizaje a otro nivel, independientemente de la institución educativa, el entorno social, o incluso del docente asignado. La tecnología y los recursos, cada vez más asequibles, pueden ser un camino evidente hacia la equidad y calidad educativa mitigando muchas de las deficiencias actuales [20].

En función de lo expuesto, este trabajo ilustra los resultados obtenidos a partir de la exploración de las sinergias existentes entre la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, y su aplicación en la enseñanza universitaria.

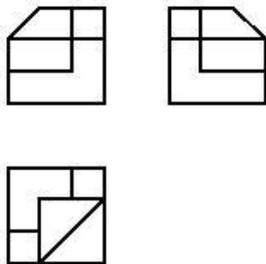
Las secciones 2 y 3 describen los conceptos de la asignatura que fueron incorporados en este ensayo y la aplicación de cada uno de los sistemas de realidad alternativa construidos. La sección 4 presenta los resultados y discusión. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones correspondientes.

## 2 Sistemas de representación

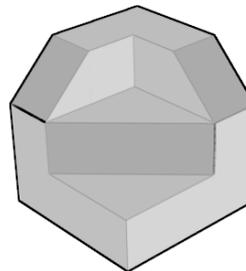
La asignatura Sistemas de Representación tiene por objetivo la enseñanza de diferentes técnicas de dibujo para representar objetos tridimensionales en un espacio bidimensional. De acuerdo al marco de aplicación, los sistemas de representación se pueden clasificar como [21, 22]:

**Sistemas de medida.** Sus dibujos se enfocan en la representación de las dimensiones y posición de los objetos, de forma que sea posible realizar mediciones a partir del dibujo. Los sistemas de medida no incluyen una representación de la profundidad de los objetos, por lo tanto las formas de los objetos suelen ser obtenidas mediante la composición (mental) de diferentes representaciones desde varios puntos de vistas; dicha reconstrucción es una tarea que debe realizar el observador. Algunos ejemplos de sistemas de medidas son Planos Acotados, Sistema Triédrico, entre otros.

**Sistemas representativos.** Involucran la representación de las formas de los objetos desde un único punto de vista, ya que el dibujo permite visualizar la profundidad de los objetos. Los dibujos de sistemas representativos suelen ser difíciles de realizar y usualmente no es posible realizar medidas a partir del dibujo. Algunos ejemplos de sistemas representativos son Isométrico, Caballera, Militar, entre otros.



**Figura 1.** Sistema Triédrico.



**Figura 2.** Sistema Isométrico.

A fin de ejemplificar, la Figura 1 muestra la representación mediante el Sistema Triédrico de un objeto tridimensional. Este involucra la vista de Alzada, Perfil y Planta. De manera similar, la Figura 2 ilustra la representación del mismo objeto mediante el sistema de representación Isométrico.

### 3 Caso de estudio

La experiencia fue realizada por los docentes de la asignatura Sistemas de Representación, la cual se dicta para las carreras de Ingeniería en Computación, Ingeniería en Informática y Tecnicatura Universitaria en Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales (FCFMyN) en la UNSL. Los alumnos de la asignatura se encuentran cursando segundo y tercer año de sus respectivas carreras.

El experimento consistió en el desarrollo de una aplicación de RV y una de RA, las cuales fueron realizadas por integrantes de la asignatura que a la vez pertenecen al Laboratorio de Computación Gráfica, FCFMyN, UNSL. Dichas aplicaciones fueron usadas durante las clases prácticas del ciclo lectivo 2017 con el fin de incentivar el desarrollo de la capacidad espacial de los estudiantes y, de esta manera, facilitar la integración de los conceptos involucrados en la resolución de los ejercicios propuestos en los prácticos de la asignatura.

#### 3.1 Experiencia con Realidad Virtual

El uso de la aplicación de Realidad Virtual consistió en la visualización de los modelos tridimensionales de objetos correspondientes a los primeros prácticos de la asignatura Sistemas de Representación.

En la realización de los ejercicios de los prácticos, se les proporcionó a los alumnos la vista Isométrica de un objeto 3D a partir de la cual debían obtener el correspondiente Sistema Triédrico; es decir, las vistas de Alzada, Perfil y Planta. En resumen, la tarea consistió en la transformación desde el Sistema Isométrico al Sistema Triédrico.

Para completar esta actividad el alumno requiere, en su imaginario, girar el objeto tridimensional para visualizar y dibujar cada una de las vistas solicitadas. La aplicación de RV tiene el fin de asistir y verificar este proceso.

Inicialmente, la aplicación ya dispone de los modelos tridimensionales correspondientes al práctico, tal como se muestra en la Figura 3. Mediante el uso del mouse, el alumno debe decidir qué modelo desea manipular. Una vez seleccionado el modelo, es posible girarlo en los tres ejes mediante el uso del mouse, visualizándolo en un modo libre. Ver Figura 4.

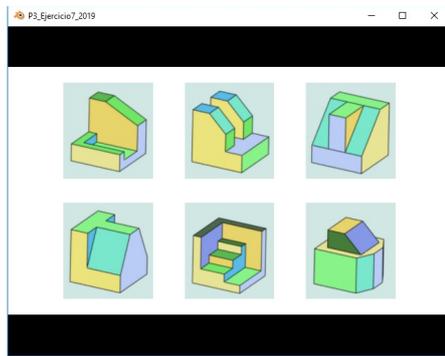


Figura 3. Menú.

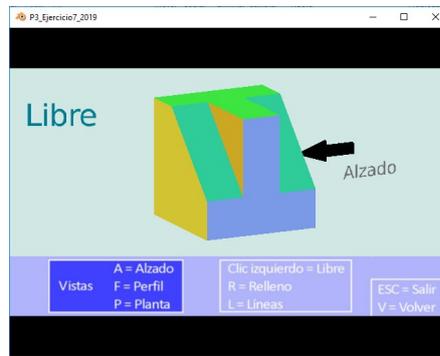


Figura 4. Modo Libre.

Una vez completado el Sistema Triédrico, el alumno puede verificar su resolución. Para ello la aplicación permite visualizar las tres vistas mediante las teclas **A** (Alzada), **F** (Perfil), **P** (Planta). La Figura 5 ejemplifica la visualización de la vista de Perfil en la aplicación.

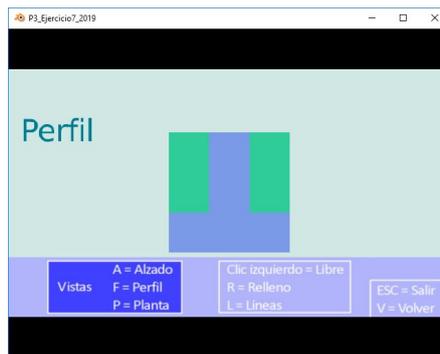


Figura 5. Vista de Perfil.

El sistema de Realidad Virtual desarrollado es una aplicación de escritorio realizada para el sistema operativo Microsoft Windows. Tanto los modelos 3D como el sistema en sí mismo fueron realizados con la herramienta Blender 3D [23].

### 3.2 Experiencia con Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada favoreció el proceso de reconstrucción de objetos tridimensionales, es decir, el sentido inverso al desarrollado con la RV: desde el Sistema Triédrico al Sistema Isométrico. Esta actividad corresponde a los últimos prácticos de la asignatura Sistemas de Representación, en los cuales la complejidad para los estudiantes es mayor.

En esta ocasión, se les facilitaron a los alumnos únicamente las vistas bidimensionales que corresponden a la Alzada, Perfil y Planta del Sistema Triédrico (ver Figura 1) con las cuales se debe reconstruir la figura tridimensional correspondiente. El alumno debe intentar reconstruir, en su imaginación, el objeto tridimensional que corresponde a las tres vistas suministradas, para luego dibujar el correspondiente Sistema Isométrico (ver Figura 2). La aplicación de RA permite verificar este proceso.

Inicialmente, la aplicación dispone de todos los modelos 3D correspondientes a los Sistemas Triédricos de los prácticos. Posteriormente, a cada Sistema Triédrico se le asoció un patrón único de manera que las imágenes resultantes pudieran ser marcadores de RA. Cada marcador fue vinculado en la aplicación de RA con su correspondiente modelo tridimensional. La Figura 6 muestra uno de los marcadores construidos para su uso con RA.

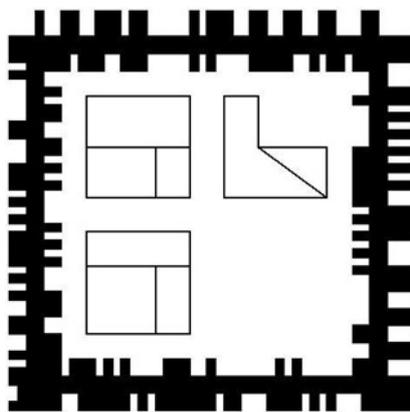
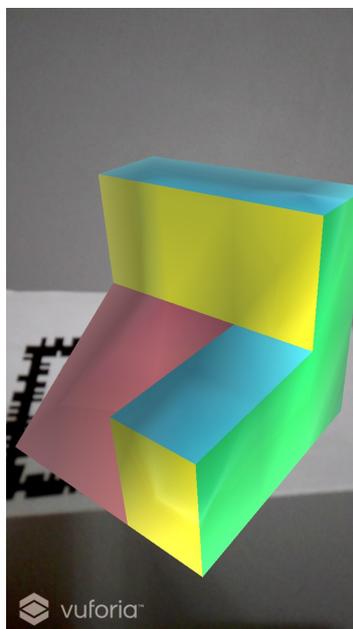


Figura 6. Marcador de RA.

Para el uso de la RA el alumno debe seleccionar el marcador que contenga el Sistema Triédrico a verificar y visualizarlo mediante la cámara de su celular. Como resultado la aplicación muestra el modelo 3D correspondiente, tal como lo ilustra la Figura 7.



**Figura 7.** Aplicación de RA.

El sistema de RA desarrollado es una aplicación móvil realizada para el sistema operativo Android, la cual puede ser descargada desde la tienda Google Play [24]. Para su desarrollo se utilizó la herramienta Unity [25] con la incorporación de la librería Vuforia [26] para RA. Por su parte, los modelos 3D utilizados fueron realizados en Blender 3D y los marcadores fueron construidos con la herramienta de diseño asistido por computadora LibreCad [27].

#### **4 Resultados y Discusión**

Con el fin de valorar el impacto de la experiencia se registraron los resultados de dos evaluaciones realizadas durante el ciclo lectivo 2017 de la asignatura. Las evaluaciones involucraron el desarrollo de aspectos teóricos y prácticos. Sus resoluciones se realizaron en papel y también mediante el uso de la herramienta LibreCad en computadora.

**Primera evaluación.** Involucra los conceptos vinculados a los Sistemas de Medida, especialmente el Sistema Triédrico, y su proceso de dibujado utilizando la aplicación LibreCad. Esta evaluación incluyó ejercicios similares a los practicados con la aplicación de Realidad Virtual.

**Segunda evaluación.** Involucra los conceptos relacionados a los Sistemas Representativos y su correspondiente plasmado. Esta evaluación incluyó ejercicios consistentes en la transformación desde el Sistema Triédrico a diversos Sistemas Representativos; algunos de ellos similares a los utilizados con la aplicación de Realidad Aumentada.

A modo de poder contrastar los resultados obtenidos, se utilizó como referencia los datos de rendimiento académico correspondientes al ciclo de cursado 2016, durante el cual no se utilizó ningún tipo de herramienta de soporte.

La Tabla 1 muestra los porcentajes de aprobación de cada uno de los exámenes durante los ciclos 2016 y 2017.

**Tabla 1.** Porcentajes de aprobación.

Ciclo lectivo	Primera evaluación	Segunda evaluación
2016	66%	55%
2017	78%	60%

En función de los valores de la Tabla 1, la mejora lograda por la experiencia respecto al año anterior se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Porcentajes de mejora.

	Primera evaluación	Segunda evaluación
Porcentaje mejora	15%	8%

De forma similar, se recolectaron los datos correspondientes a los alumnos que abandonaron la asignatura antes de terminar el dictado del curso. La Tabla 3 muestra los porcentajes de deserción correspondientes.

**Tabla 3.** Porcentajes de deserción.

Ciclo lectivo	Deserción
2016	10%
2017	8%

De acuerdo a los datos que se ilustran en la Tabla 3, el porcentaje de deserción disminuyó notablemente respecto al año anterior.

## 5 Conclusiones

En este artículo se describe el desarrollo e implementación de herramientas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada para dar soporte a la enseñanza de conceptos relacionados al dibujo técnico. Las aplicaciones fueron construidas a partir de los ejercicios prácticos que se dictan en la asignatura Sistemas de Representación. El fin de las mismas fue auxiliar a los alumnos en aquellos procesos de aprendizaje cognitivos que involucran el imaginario tridimensional. Para facilitar la instalación y el uso de las aplicaciones, las mismas fueron desarrolladas para los sistemas operativos de mayor popularidad entre los alumnos: Microsoft Windows y Android.

Este trabajo intenta mostrar mediante la experiencia los beneficios que se pueden obtener al complementar la enseñanza tradicional con prácticas novedosas de transmisión de conocimiento. Sin embargo, hay varios aspectos para mejorar alrededor de los sistemas desarrollados, su aplicación y su evaluación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que: durante el ciclo lectivo 2017 se logró una mejora del 15% en los resultados de la primera evaluación y una mejora del 8% en la segunda evaluación. Lo dicho evidenciaría que la Realidad Virtual es más efectiva que la Realidad Aumentada al momento de ser utilizada como herramienta de apoyo en la enseñanza de conceptos espaciales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los conceptos involucrados y el proceso cognitivo requerido en la segunda evaluación son mucho más elevados que en la primera evaluación; por lo tanto es esperable que los resultados de la primera evaluación sean mejores. Las experiencias se repitieron de manera similar durante el ciclo lectivo 2018 donde los resultados obtenidos fueron semejantes a los del ciclo 2017. Por consiguiente, se ha decidido incorporarlas en forma permanente como herramientas de soporte. Resta un análisis que permita depurar las aplicaciones a modo de lograr una propuesta superadora.

En cuanto al aprendizaje a largo plazo, consideramos que es necesario realizar un seguimiento de los alumnos en asignaturas posteriores que involucren temáticas afines, por ejemplo en la asignatura posterior Computación Gráfica. Los resultados también muestran que el porcentaje de deserción de alumnos en la asignatura disminuyó respecto al año anterior. Si bien este valor es un buen indicador del potencial de las herramientas utilizadas, se requiere de un análisis más detallado en futuras evaluaciones debido a que los factores que afectan el parámetro de deserción suelen provenir de diversas fuentes.

## Referencias

1. S. Kirkley and J. Kirkley, "Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations", vol. 49, pp. 42–53, 2004.
2. A. P. Altomari, "Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional", *ECONOMA CREATIVA.*, vol. 0, no. 7, pp. 34–65, 2017.
3. I. de A. Souza-Concilio and B. A. Pacheco, "The development of augmented reality systems in informatics higher education", *Procedia Computer Science*, vol. 25, pp. 179 – 188, 2013. 2013 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education.

4. L. Dieker, et al., "Mixed reality environments in teacher education: Development and future applications", Online in real time: using web 2.0 for distance education in rural special education, p. 116, 2016.
5. I. Marquez, "La simulación como aprendizaje: educación y mundos virtuales", in II Congreso Internacional de Comunicación, vol. 3, 2010.
6. Y. tian Ye, "Design and implementation of digital art teaching system based on interactive virtual technology," International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), vol. 11, no. 11, pp. 49–54, 2016.
7. H.-H. Liou, S. J. H. Yang, S. Y. Chen, and W. Tarn, "The influences of the 2d image-based augmented reality and virtual reality on student learning", Journal of Educational Technology Society, vol. 20, no. 3, pp. 110–121, 2017.
8. C. Prendes Espinosa, "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas", Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, no 46, pp. 187-203, 2015.
9. P. Chen, X. Liu, W. Cheng, and R. Huang, "A review of using augmented reality in education from 2011 to 2016," in Innovations in Smart Learning, pp. 13–18, Springer, 2017.
10. C. Steinkuehler, "Videogames as a serious medium", On the Horizon, vol. 24, no. 2, pp. 175–178, 2016.
11. A. N. Pfannenstiel, "Videogames in the class-room: student discussion leader presentations", On the Horizon, vol. 24, no. 1, pp. 100–103, 2016.
12. L. M. B. Sierra, R. S. Gutierrez, and C. L. Garzn-Castro, "Second life as a support element for learning electronic related subjects: A real case", Computers Education, vol. 58, no. 1, pp. 291–302, 2012.
13. G. Jin and S. Nakayama, "Experiential learning through virtual reality: Safety instruction for engineering technology students," vol. 30, pp. 16–23, 09 2013.
14. H.-K. Wu, et al., "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education", Computers Education, vol. 62, pp. 41–49, 2013.
15. M. Bower, C. Howe, N. McCredie, A. Robinson, and D. Grover, "Augmented reality in education - cases, places, and potentials", in 2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for Education Media (ICEM), pp. 1–11, Oct 2013.
16. Z. Merchant, E. T. Goetz, L. Cifuentes, W. Keeney-Kennicutt, and T. J. Davis, "Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in k-12 and higher education: A meta-analysis", Computers Education, vol. 70, pp. 29–40, 2014.
17. J. D. la Torre Cantero et al., "Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional", Revista de Educación a Distancia, vol. 0, no. 37, 2015.
18. De La Torre Cantero, J.L. Aplicación de tecnologías gráficas avanzadas como elemento de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje del dibujo, diseño y artes plásticas, 2013.
19. A. Alvarez-Marin, et al., "Realidad Aumentada como Apoyo a la Formación de Ingenieros Industriales", Formación universitaria, vol. 10, pp. 31–42, 2017.
20. E. Durall Gazulla, et al., "Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017", 2012.
21. E. Lamadrid and J. Gonzalez, Sistemas de representación y Dibujo Técnico. Textos universitarios, Ediciones de la Universidad de Oviedo, 2007.
22. C. OPI and I. RUIZ, Dibujo técnico II. Ediciones Paraninfo, S.A, 2016.
23. <https://www.blender.org/>.
24. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UNSL.SR>.
25. <https://unity3d.com/es>.
26. <https://www.vuforia.com/>.
27. <http://librecad.org>.